

PENGARUH VARIASI KEDALAMAN KANAL PADA OFDM DENGAN ESTIMASI KANAL MENGGUNAKAN ALGORITMA WIENER-HOPF

Yanuardhi Arief Budiyo¹, Budi Setiyanto², Mulyana²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, FT UGM

²Dosen Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, FT UGM

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh penggunaan estimasi kanal terhadap performa sistem komunikasi pada OFDM yang ditunjukkan dengan nilai MSE dan BER. Caranya dengan menyisipkan beberapa isyarat yang diketahui oleh pengirim disebut pilot di antara isyarat informasi. Lebih lanjut penelitian diarahkan untuk menganalisa pengaruh kedalaman variasi kanal terhadap hasil estimasi. Model kanal yang digunakan adalah model Pedestrian B, Vehicular, dan kanal hipotetis. Estimasi yang dilakukan menggunakan algoritma Wiener-Hopf. Hasilnya menunjukkan bahwa penggunaan estimasi kanal meningkatkan performa sistem ditunjukkan dengan nilai BER yang lebih rendah daripada tidak menggunakan estimasi kanal. Kedalaman variasi kanal yang konstan semakin menambah kecermatan hasil estimasi ditunjukkan dengan nilai MSE yang juga semakin kecil sehingga berakibat pada peningkatan performa sistem yang ditunjukkan dengan nilai BER yang juga semakin kecil.

Kata Kunci : MSE, BER, estimasi kanal, Wiener-Hopf.

1. Pendahuluan

Meningkatnya derajat kesejahteraan manusia berdampak pada tuntutan semakin baiknya teknologi di bidang telekomunikasi. Peningkatan terus dilakukan untuk menyajikan sebuah sistem yang cukup untuk melayani permintaan masyarakat.

Salah satu teknologi yang memberikan dampak cukup signifikan adalah dengan ditemukannya sistem OFDM. Sebuah sistem yang mampu memberikan pesat yang tinggi, bandwidth rendah, dan kualitas yang lebih baik.

Tetapi tuntutan terus meningkat sehingga dengan sistem OFDM saja tidak cukup. Kesempurnaan yang ingin dicapai, yaitu informasi yang dikirimkan oleh pengirim dapat diterima oleh penerima tanpa cacat sedikitpun sehingga informasi yang hendak disampaikan secara mutlak dipahami oleh penerima masih belum bisa direalisasikan.

Pendekatan terhadap pencapaian itu terus dilakukan. Salah satu caranya adalah dengan mempelajari karakteristik kanal yang dilalui oleh isyarat informasi yang kemudian dilakukan estimasi terhadap kanal tersebut di bagian penerima. Dengan melakukan estimasi kanal diharapkan dapat mengetahui nilai karakteristik yang mendekati nilai sebenarnya. Dengan berpedoman pada kanal estimasi ini

maka bisa dilakukan ekualisasi data yang lebih baik.

Oleh karena itu, penelitian ini dibuat untuk menganalisa pengaruh kedalaman variasi kanal terhadap hasil estimasi kanal. Dalam penelitian ini dibuat simulasi pilot statis untuk estimasi kanal dengan algoritma Wiener-Hopf. Sebagai pengacau dalam kanal dibangkitkan karakteristik kanal yang model pedestrian B, vehicular dan hipotetis serta ditambahkan derau. Hasil estimasi kanal digunakan untuk memulihkan informasi yang mengalami kerusakan pada proses pengirimannya.

2. Metode Penelitian

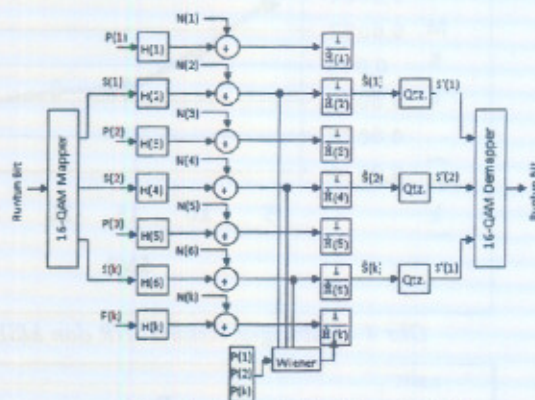
Penelitian dilakukan dalam beberapa tahap yaitu tahap perancangan, tahap pembuatan simulasi, tahap pengujian simulasi, tahap pengambilan informasi, dan tahap analisis informasi percobaan.

Penelitian dimulai dengan perancangan di atas kertas. Penentuan jumlah subkanal, jarak pilot, dan algoritma Wiener-Hopf ditentukan dengan merujuk pada referensi. Dalam perancangan simulasi, hasil simulasi dibandingkan dengan teori. Setelah perancangan telah sempurna, proses pembuatan simulasi dilakukan. Proses berikutnya adalah mengambil informasi dan menganalisis informasi percobaan.

Dalam penelitian ini digunakan beberapa asumsi, yaitu :

1. Sinkronisasi yang sempurna antara pengirim dan penerima;
2. Kanal yang dibangkitkan adalah kanal hipotetis dalam kawasan frekuensi yang berupa bilangan kompleks acak, kanal model pedestrian B dan vehicular.
3. Transmisi isyarat ada dalam kawasan frekuensi.

Dengan asumsi-asumsi tersebut maka dapat dibuat pemodelan simulasi sebagai berikut



Gbr. 1 – Pemodelan Simulasi[3]

2.1 Informasi Masukan

Dalam simulasi ini, informasi masukan berupa bit-bit biner yang acak. Bit biner acak yang dibangkitkan sepanjang 132 bit, yang mengandung sejumlah pilot dan sisanya informasi. Informasi serial biner ini kemudian akan diubah menjadi bentuk paralel, yang kemudian akan diubah ke dalam kawasan frekuensi dengan proses pemetaan 16-QAM.

Jumlah pilot yang disisipkan ada 9 pilot karena jarak antar pilot yang digunakan adalah 4.

2.2 Pemetaan dan Pengawa-petaan 16-QAM

Pemetaan 16-QAM dilakukan untuk mengubah informasi masukan biner dalam kawasan waktu menjadi bentuk kompleks $s_k = I - jQ$ dalam kawasan frekuensi dengan k adalah subkanal. Dengan modulasi 16-QAM, maka jumlah informasi yang dikirimkan oleh setiap subkanal adalah empat bit informasi[2].

Pada bagian penerima, terjadi proses kebalikan dari pemetaan, yakni pengawa-

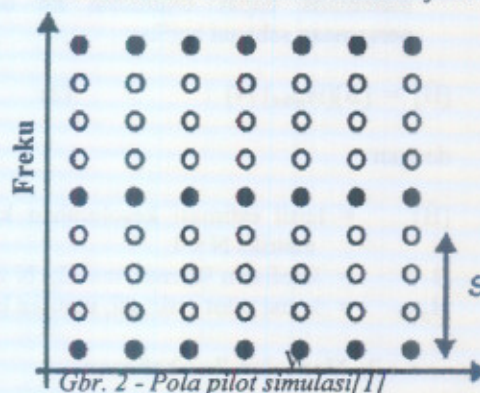
peta 16-QAM. Pada proses ini, setiap simbol yang diterima dipetakan balik untuk membentuk empat bit informasi kembali. Informasi ini adalah informasi dari pengirim. Pada pengawa-peta terdapat proses penting, yaitu pengambilan keputusan untuk menentukan simbol mana yang sebenarnya dikirim oleh pemancar. Jika terjadi kesalahan pengambilan keputusan, maka akan terjadi kesalahan dalam penentuan bit informasi.

2.3 Watak Kanal

Watak kanal dalam simulasi ini bersifat hipotesis yaitu bilangan kompleks yang dibangkitkan secara acak. Karakteristik kanal yang dibangkitkan berada pada kawasan frekuensi karena dalam simulasi kali ini tidak menggunakan IDFT yang mengubah isyarat dari kawasan frekuensi ke kawasan waktu. Sehingga implementasi pada perangkat lunak, data yang dikirim dikalikan dengan karakteristik kanal sesuai dengan subkanal yang bersangkutan. Peniadaan IDFT dan DFT bertujuan agar pengaruh kerapatan pilot terhadap kecermatan hasil estimasi menggunakan algoritma Wiener-Hopf lebih terlihat.

2.4 Pilot

Dalam simulasi ini, seperti ditunjukkan pada Gbr. 2, digunakan pola pilot statis, yakni pilot diberikan pada subkanal tertentu saja dan sifatnya tetap. Ini menandakan bahwa setiap pengiriman informasi, maka pada kanal tersebut berisi pilot semua. Data pilot diisikan setelah prose pemetaan dengan mengisikan simbol pilot bernilai 1, dengan hasil dari pemetaan QAM menunjukkan hasil 1 untuk nilai real dan 1 untuk nilai imajiner.



Gbr. 2 - Pola pilot simulasi[1]

2.5 Estimasi dengan Algoritma Wiener-Hopf

Algoritma Wiener-Hopf merupakan salah satu metode yang digunakan dalam estimasi kanal pada OFDM dengan menggunakan prinsip rerata kuadrat galat terkecil (*Minimum Mean Square Error*, MMSE). Algoritma Wiener-Hopf menggunakan informasi dari kanal pilot sebagai nilai awal untuk estimasi watak pada semua subkanal. Dengan estimasi ini, diharapkan watak kanal dapat didekati, walaupun tidak sepenuhnya tepat.

Dengan mencari koefisien Wiener maka dapat digunakan untuk mengestimasi keseluruhan kanal berdasarkan kanal pilot yang sudah diketahui. Koefisien Wiener dicari berdasarkan rumus

$$[B] = [R_{yx}][R_{xx}]^{-1}[4] \quad (1)$$

dengan

$[B]$ = koefisien Wiener

$[R_{yx}]$ = matriks korelasi silang antara kanal yang akan diestimasi dengan pilot

$[R_{xx}]$ = matriks korelasi diri antar pilot

Masing-masing dari $[R_{xx}]$ dan $[R_{yx}]$ merupakan sebuah matriks yang dicari sesuai dengan

$$R_{xx} = \begin{pmatrix} RH(0) & RH(\Delta p) & RH(2\Delta p) \\ \dots & RH(N-1) & RH(2\Delta p) \\ RH(-\Delta p) & RH(0) & RH(\Delta p) \\ \dots & RH(N-\Delta p) & RH(2\Delta p) \end{pmatrix}$$

$$R_{yx} = \begin{pmatrix} RH(0) & RH(\Delta p) & RH(2\Delta p) \\ RH(N-1) & RH(\Delta p-1) & RH(2\Delta p-1) \\ RH(-1) & RH(\Delta p-1) & RH(2\Delta p-1) \\ RH(N-2) & RH(\Delta p-1) & RH(2\Delta p-1) \end{pmatrix}$$

Estimasi keseluruhan kanal dilakukan dengan mengalikan matriks koefisien wiener $[B]$ dengan $[H_{pilot}]$. Secara matematis dapat dituliskan ke dalam persamaan sebagai berikut

$$[\hat{H}] = [B][H_{pilot}] [4] \quad (2)$$

dengan

$[\hat{H}]$ = hasil estimasi keseluruhan kanal, matriks $N \times 1$

B = koefisien Wiener, matriks $N \times k$

H_{pilot} = kanal pilot estimasi, matriks $k \times 1$

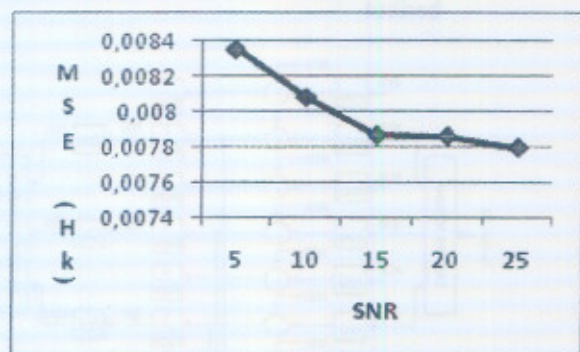
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengaruh Penggunaan SNR terhadap MSE dan BER

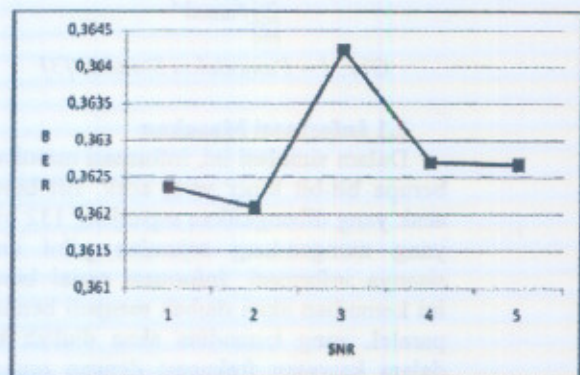
Percobaan dilakukan untuk menganalisa pengaruh SNR terhadap kecermatan hasil estimasi. Percobaan dilakukan dengan mengirimkan data sebanyak 330000 bit dengan jumlah iterasi sebanyak 2500 kali. Sama seperti percobaan sebelumnya, bahwa ini dilakukan untuk mendapatkan MSE dan BER yang stabil.

Pengamatan dilakukan dengan mengubah-ubah SNR, yaitu sebesar 5 dB, 10 dB, 15 dB, 20 dB, dan 25 dB. Parameter yang diamati adalah nilai MSE(Hk) total dan nilai BER total yang tertampil dalam antar muka program simulasi.

Hasilnya dapat dilihat pada Gbr 4 dan Gbr 5.



Gbr 4 - Hubungan antara SNR dan MSE



Gbr 5 - Hubungan antara SNR dan BER

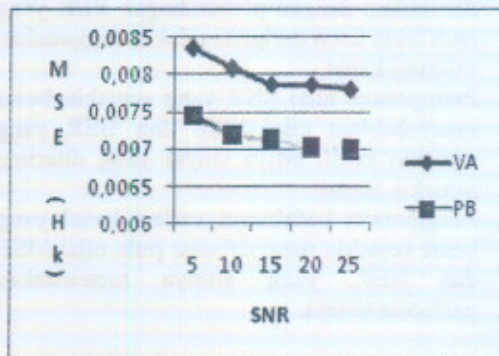
Dari Gbr 4 dan Gbr 5 dapat dilihat bahwa semakin tinggi nilai SNR maka nilai MSE semakin kecil. Artinya, hasil estimasi kanal semakin baik. Perbandingan antara nilai SNR dan MSE berbanding terbalik.

Pada grafik hubungan nilai SNR dan BER, juga cenderung mengalami perbaikan nilai BER. Semakin tinggi nilai SNR maka semakin kecil nilai BER.

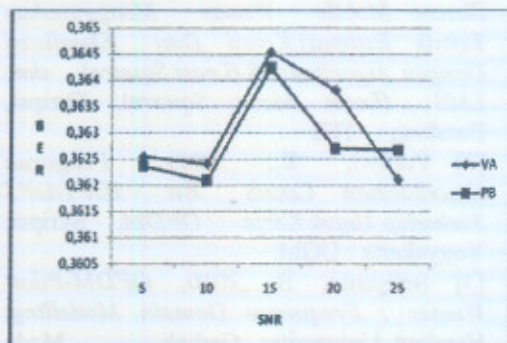
3.2 Pengaruh Kedalaman Variasi kanal terhadap nilai MSE(Hk), MSE(Sk) dan BER

Pengamatan dilakukan dengan mengubah-ubah variasi kedalaman kanal, yaitu kanal model Pedestrian B, model Vehicular, model hipotetis 1, dan hipotetis 2. Setiap model kanal memiliki fluktuasi data yang berbeda sesuai dengan karakternya masing masing. Parameter yang diamati adalah nilai MSE rerata dan nilai BER rerata yang tertampil dalam antar muka program simulasi.

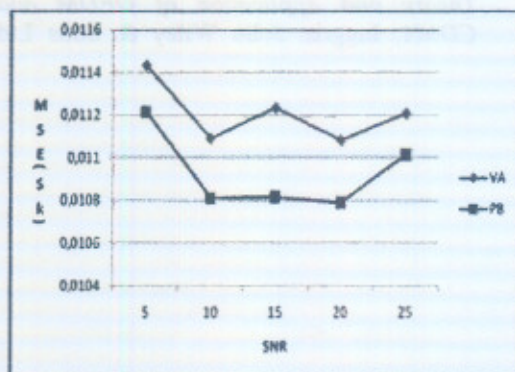
Hasilnya dapat dilihat pada Gbr 6, Gbr 7, dan Gbr 8 untuk kanal model pedestrian B dan vehicular, dan Gbr.9, Gbr 10, Gbr 11 untuk kanal model hipotetis.



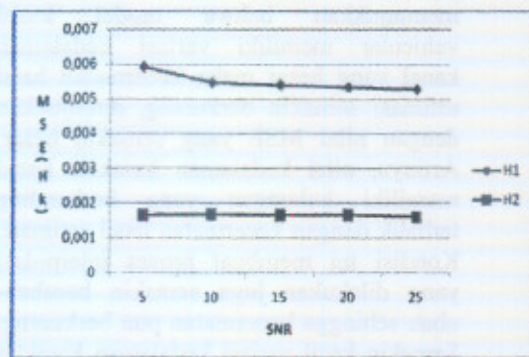
Gbr 6 - Hubungan antara kedalaman karakter kanal terhadap MSE(Hk)



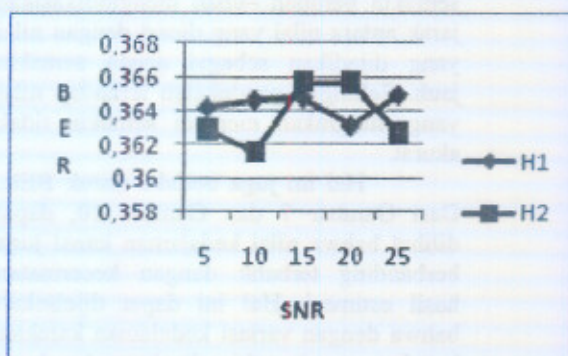
Gbr 7 - Hubungan antara variasi kedalaman kanal terhadap BER



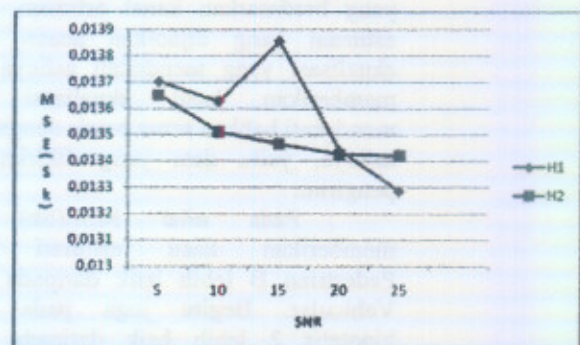
Gbr 8 - Hubungan antara variasi kedalaman kanal terhadap MSE(Sk)



Gbr 9 - Hubungan antara variasi kedalaman kanal terhadap MSE(Hk) pada kanal hipotetis



Gbr 10 - Hubungan antara variasi kedalaman kanal terhadap BER pada kanal hipotetis



Gbr 11 - Hubungan antara variasi kedalaman kanal terhadap MSE(Sk) pada kanal hipotetis

Dari Gambar 6 dan Gambar 9 dapat dilihat adanya perbedaan nilai MSE(Hk) pada kanal Pedestrian B dibandingkan dengan Vehicular dan kanal hipotetis 1 dibandingkan dengan kanal hipotetis 2. Nilai MSE(Hk) pada kanal Vehicular dan kanal hipotetis 1 terlihat lebih besar daripada nilai MSE pada kanal

Pedestrian B dan hipotetis 2. Hal ini menunjukkan bahwa model kanal vehicular memiliki variasi kedalaman kanal yang besar maka kecermatan hasil estimasi semakin berkurang, ditunjukkan dengan nilai MSE yang semakin besar. Artinya, nilai kedalaman karakter kanal memiliki hubungan yang berbanding terbalik dengan kecermatan hasil estimasi. Kondisi ini membuat proses interpolasi yang dilakukan juga semakin berubah-ubah sehingga kecermatan pun berkurang. Semakin kecil variasi kedalaman karakter kanal yang diterapkan maka titik yang harus diinterpolasi juga semakin konstan sehingga semakin cermat. Interpolasi yang semakin berubah-ubah mengindikasikan jarak antara nilai yang dicari dengan nilai yang dijadikan sebagai acuan semakin jauh. Sehingga pendekatan terhadap nilai yang diinginkan menjadi semakin tidak akurat.

Hal ini juga berlaku untuk BER. Dari Gambar 7 dan Gambar 10, dapat dilihat bahwa nilai kedalaman kanal juga berbanding terbalik dengan kecermatan hasil estimasi. Hal ini dapat dijelaskan bahwa dengan variasi kedalaman karakter kanal yang semakin kecil maka hasil estimasi kanal semakin mendekati nilai sebenarnya (seperti pada penjelasan paragraf sebelumnya) sehingga berakibat juga pada saat ekualisasi data estimasi yang berdasarkan kanal estimasi. Kanal estimasi yang dijadikan acuan dalam ekualisasi yang mendekati aslinya akan memberikan hasil ekualisasi yang mendekati bahkan sama persis dengan data aslinya, yaitu data yang dikirim oleh pengirim.

Pada nilai MSE(Sk) juga memberikan hasil estimasi kanal Pedestrian B lebih baik daripada kanal Vehicular. Begitu juga pada kanal hipotetis 2 lebih baik daripada kanal hipotetis 1. Hal ini dapat dijelaskan bahwa

dengan variasi kedalaman karakter kanal yang semakin kecil maka hasil estimasi kanal semakin mendekati nilai sebenarnya (seperti pada penjelasan paragraf sebelumnya).

4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan mengenai estimasi kanal pada OFDM dengan menggunakan algoritma Wiener-Hopf, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Dengan menggunakan estimasi kanal didapatkan performa sistem yang lebih baik, dibuktikan dengan perbandingan BER yang jauh lebih kecil daripada tidak menggunakan estimasi kanal.
2. Penggunaan nilai SNR yang semakin besar menyebabkan nilai MSE dan BER yang semakin kecil, artinya sinyal yang diterima semakin bagus.
3. Penggunaan kedalaman variasi kanal yang besar semakin memperbesar pula nilai MSE dan BER, yang artinya menurunkan performa sistem.

5. Referensi

- [1] Devi, P., 2008, *Evaluasi Kinerja Sistem Mobile Wimax Menggunakan Teknik Estimasi Kanal Dan Ekualisasi Dengan Algoritma LS (Least Square) dan LMS (Least Mean Square)*, Skripsi, Bandung: ITB
- [2] Pratiwi, E., 2009, *Pengaruh Keterbatasan Cacah Bit IDFT/DFT Terhadap Unjuk Kerja OFDM*, Skripsi, Yogyakarta: UGM.
- [3] Setiyanto, B., 2010, *OFDM-Pilot-Wiener: Frequency Domain Modelling*, Handout, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta
- [4] Schulze, H., and C. Lüders, 2005, *Theory and Application of OFDM and CDMA*, Inggris: John Wiley & Sons Ltd